



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: EL067101187US

In re application of: LAAKSO et al.

Group No.:

Serial No.: 0 /

Examiner:

Filed: Herewith

For: POWER CONTROL METHOD

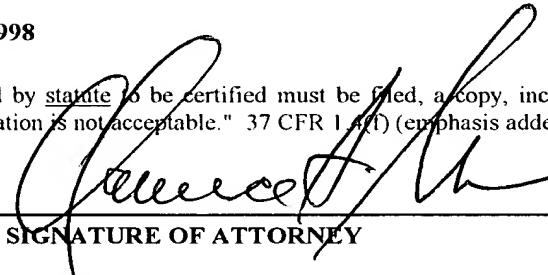
**Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231**

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 980343
Filing Date : February 13, 1998

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.41 (emphasis added.)


SIGNATURE OF ATTORNEY

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 15.12.98

E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N T

jc511 U.S. PRO
09/249216
02/12/99




Hakija
Applicant

NOKIA MOBILE PHONES LTD
Espoo

Patentihakemus nro 980343
Patent application no

Tekemispäivä 13.02.98
Filing date

Kansainvälinen luokka H 04B
International class

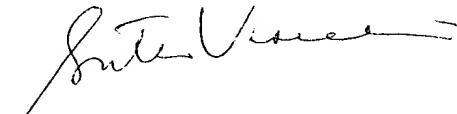
Keksinnön nimitys
Title of invention

"Tehonsäätömenetelmä"

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja
jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan
annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä
ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies
of the description, claims, abstract and drawings originally
filed with the Finnish Patent Office.


Satu Vasenlahti
Jaostopäällikkö

Maksu 360,- mk
Fee 360,- FIM

Tehonsäätömenetelmä - Förfarande för kontrollering av effekt

KEKSINNÖN KOHDE

- 5 Keksintö kohdistuu tehonsäätöön CDMA-järjestelmässä, tarkemmin patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen tehonsäätömenetelmään.

TEKNISEN TAUSTAN KUVAUS

- 10 Jotta radioyhteydet pystyisivät välittämään tietoa halutulla tavalla, niissä täytyy saavuttaa tietty virheettömyys. Se voidaan saavuttaa riittävällä C/I-suhteella (Carrier to Interference Ratio), joka kuvaaa vastaanotetun kantoaaltotehon suhdetta samanaikaisesti vastaanotettuun häiriötehoon. Tekniikan tason mukaisille solukkoradiojärjestelmille on tyypillistä, että C/I-suhteelle (tai SIR:lle - Signal to Interference Ratio - tai S/N:lle - Signal to Noise ratio - tai S/(I+N):lle - Signal to Noise plus Interference ratio - tai muulle vastaavalle tekijälle) on määritelty jokin tavoitetaso ja kussakin radioyhteydessä lähetysteho säädetään niin suureksi, että tavoitetaso juuri saavutetaan. Lähetystehon ei kannata olla suurempi kuin mitä tarvitaan C/I-suhteen tavoitetason saavuttamiseksi, koska tarpeettoman suuri lähetysteho kuluttaa sähköenergiaa lähetvässä laitteessa ja aiheuttaa interferenssiä muihin samanaikaisiin radioyhteyksiin.
- 15 20
- CDMA-järjestelmässä solun i:nnen paketin SIR-arvo voidaan laskea seuraavasta kaavasta:

25

$$SIR_i = G_i \frac{P_{rx,i}}{\sum_j P_{rx,j} + P_{other} + P_N}, \quad (1)$$

missä $P_{rx,i}$ on i:nnen käyttäjän vastaanottama teho, $\sum_j P_{rx,j}$ on oman solun kokonaisteho, G_i on i:nnen paketin prosessointivahvistus, P_{other} on muiden solujen interferenssiteho ja P_N on ulkopuolinen lämpö- tai taustakohina.

- 5 Uuden lähetyksen alkaessa tukiaseman on jollain tavalla määritettävä tarvittava lähetysteho. Mikäli lähetysteho on liian pieni, yhteydessä esiintyy liikaa virheitä. Mikäli lähetysteho on taas liian suuri, solun muut yhteydet häiriytyvät. Uuden lähetyksen alkaessa tarvittava lähtöteho säädetään tyypillisesti ns. avoimen silmukan tehonsäätönä etäisyysvaimennusmittausten perusteella. Lähtöteho määräätään halutun 10 virhetason perusteella esimerkiksi kaavan (1) mukaisesti, käytämällä matkaviestimen havaitsemaa tukiaseman pilot-signaalitasona termin $P_{rx,i}$ suuruuden arvioinnissa.

- Kuva 1 havainnollistaa tilannetta, joka syntyy uuden lähetyksen alkaessa. Tässä 15 kaavamaisessa esimerkissä tukiaseman alueella on kaksi matkaviestintä, joiden lähetteiden lähetystehoja kuvaavat käyrät A ja B. Kuvassa 1 kehys vaihtuu hetkellä t_1 . Uuden kehyksen alussa myös matkaviestin C alkaa lähettilä. Matkaviestimen C käytämä lähetysteho p_1 kehyksen alussa määräätään tyypillisesti kaavan (1) tapaan. Lähete C kuitenkin häiritsee solun muita yhteyksiä, jolloin yhteyksien virhetaso 20 kasvaa. Tämän vuoksi tukiaseman on säädettävä muiden lähetteen tehotaaja, minkä seurauksena myös lähetteen C tehotaaja on muuttettava. Tukiasema säätää matkaviestinten lähetystehoja, kunnes eri yhteyksissä esiintyvien virheiden määrä laskee tavoitetasoona ja saavutetaan yhteyskohtaiset SIR-tavoitetasot. Kuvassa 1 täitä lähetystehojen säätöä kuvaaa ajanhetkien t_1 ja t_2 välinen osuus käyrissä A, B ja C. 25 Hetkellä t_2 haluttu virheiden tavoite on saavutettu, jolloin lähetteen C lähetysteho on muuttunut tehosta p_1 tehoksi p_2 . Tällaisessa menettelyssä on kuitenkin se haittpuoli, että ajanhetkien t_1 ja t_2 välisenä aikana lähetystehot eivät ole optimaaliset, ja yhteyksissä esiintyy virheitä. Nopea tehonsäätö korjaa lähetystehot

halutulla tavalla optimaalisiin arvoihinsa, mutta ennen kuin halutut virhetasot on saavutettu, tiedonsiirtokapasiteettia hukkuu. Kuvan 1 suhteen on huomioitava, että siinä esitetään selvyyden vuoksi vain interferenssin kompensoivien tehotasojen etsintä, eikä mahdollisen nopean häipymän vaikutusta ole esitetty.

5

Paitsi lähetteen alkaminen, myös lähetteen loppuminen, eli yleisemmin ilmaistuna lähetteiden määrän muutos synnyttää tilanteita, joissa lähetteiden tehotasot eivät ole optimissaan. Kehyksen vaihtuessa kehysrajan yli jatkuvissa lähetteissä, kuten kuvan 1 esimerkissä lähetteissä A ja B, käytettäväät tehot perustuvat edellisen kehyksen tai 10 edellisten kehyksien interferenssitilanteisiin. Siten lähetteiden A ja B tehotasot on laskettu eri interferoivien lähetteiden perusteella kuin mitä uudessa kehyksessä on aktiivisena. Tarkasteltavassa kehyksessä esimerkiksi puolet paketeista voi olla edellisessä kehyksessä aktiivisiin kantajiin liittyviä ja puolet edellisessä kehyksessä ei-aktiivisiin kantajiin liittyviä. Tallaisessa esimerkissä puolet edellisen 15 kehyksen aikana interferensiä tuottaneista lähetteistä ei uuden kehyksen aikana enää ole aktiivisena, jolloin edellisen kehyksen lopussa käytössä olleet tehotasot eivät uuden kehyksen alussa enää ole oikeat.

Kantajalla (engl. bearer) tarkoitetaan kaikkien niiden tekijöiden muodostamaa 20 kokonaisuutta, jotka vaikuttavat tukiaseman ja tietyn päätelaitteen väliseen tiedonsiirtoon. Kantaja-käsitteseen liittyvät mm. tiedonsiirtonopeus, viive, bittivirhesuhde ja näissä tapahtuvat vaihtelut tiettyjen minimi- ja maksimiavvojen välillä. Kantaja voidaan mieltää näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta syntyväksi tiedonsiirtoväyläksi, joka yhdistää tukiaseman ja tietyn päätelaitteen ja jonka kautta 25 voidaan siirtää hyötydataa eli payload-informaatiota. Yksi kantaja yhdistää aina vain yhden päätelaitteen yhteen tukiasemaan. Monitoimiset päätelaitteet voivat ylläpitää samanaikaisesti useita kantajia, jotka yhdistävät päätelaitteen yhteen tukiasemaan. Jos järjestelmä pystyy käyttämään makrodiversiteettiyhdistelyä, kantaja tai kantajat 30 voivat yhdistää päätelaitteen verkkoon samanaikaisesti useamman kuin yhden tukiaseman kautta.

Edellisissä kappaleissa kuvattu ongelma on erityisen haitallinen pakettiliikenteessä.

Mikäli tukiaseman ja matkaviestinten väliset yhteydet ovat ns. reaalialkayhteyksiä (RT-yhteyksiä) kuten esimerkiksi puheyhteyksiä, lähetystehtävät jatkuvat tyypillisesti

- 5 yhtenäisinä monien kehyksien ajan, jolloin lähetystehtävien alussa esiintyvä tehoston etsinnän osuus lähetysajasta on hyvin pieni. Pakettiliikenteessä, yleisemmin ei-reaalialkaisissa yhteyksissä (NRT-yhteyksissä) tieto siirretään pienimmillään yhden kehyksen mittaisissa paketeissa, jolloin paketin lähetystehtävien alussa esiintyvä tehoston etsinnän osuus lähetysajasta on merkittävä.

10

Eräs tapa ratkaista edellä kuvatut ongelmat on laskea kaikkien lähetteiden tehotasot uudestaan avoimen silmukan periaatteella, kun lähetteiden määrä muuttuu.

Tällaisessa ratkaisussa on kuitenkin se haittamuoli, että se ei huomioi nopean tehonsäädön vaikutusta edellisessä kehyksessä aktiivisina olleiden kantajien

- 15 lähetystehoon. Tukiasema säättää lähtötehoja tarvittaessa jatkuvasti. Tukiasema joutuu säättämään lähtötehoja tyypillisesti kompensoidakseen eri yhteyksien kokeman hitaan ja nopean häipymän (engl. slow fading, fast fading) vaikutuksen sekä eri lähetteiden keskinäisen interferenssin vaikutuksen kompensoimiseksi.

20

Esimerkiksi, jos tukiasema voi kehyksen aikana antaa enimmillään 16 tehonsäätökomentoa, joilla lähetysteho laskee tai nousee 1 dB:n verran, voi yhden lähetteen lähetysteho nousta olosuhteiden hetkellisen muutoksen takia yhden kehyksen aikana 16 dB eli noin 40-kertaiseksi tai laskea 1/40-osaan kehyksen alussa käytössä olleeseen lähtöteehen verrattuna. Mikäli avoimen silmukan periaatteella

- 25 laskettu lähtöteho poikkeaa oikeasta arvosta vähemmän kuin 16 dB, tehonsäätö ehtii yhden kehyksen aikana korjata lähtötehon oikeaan arvoon. Avoimen silmukan periaattella lasketut arvot voivat kuitenkin poiketa oikeasta arvosta enemmänkin, jolloin tehonsäätö ei ehdi korjata tehoa yhden kehyksen aikana oikeaksi.

KEKSINNÖN LYHYT KUVAUS

Keksinnön tavoitteena on minimoida se aika, joka kuluu tiedonsiirron määränpäähän askelmaisen muutoksen jälkeen, ennen kuin hallittavan läheteryhmän lähetystehot

- 5 on säädetty optimiin. Keksinnön tavoitteena on myös parantaa pakettiliikenteisissä CDMA-järjestelmissä radiorajapinnan kapasiteettia. Lisäksi eksinnön tavoitteena on minimoida lyhytkestoisien pakettiliikenteen koko ohjattavalle läheteryhmälle aiheuttama tehonsäätövirhe.

- 10 Tavoitteet saavutetaan laskemalla koko solun tai muun hallittavan läheteryhmän olennaisesti kaikkien lähetteiden tehoarvot uudestaan uusien lähetteiden alkaessa tai vanhojen loppuessa, ja ottamalla laskennassa huomioon ainakin osa kehys- eli laskentarajan yli jatkuviin lähetteiden tehonsäädön ohjaushistoriasta. Tällaisella säätömenetelmällä voidaan huomioida esimerkiksi alkavien lähetteiden vaikutus 15 laskentarajan yli jatkuviin lähetteisiin jo ennakkolta, jolloin uusien lähetteiden alkaessa ja uusien tehoarvojen tullessa käyttöön eri lähetteiden lähtötehot ovat jo valmiiksi hyvin lähellä optimia.

- 20 Keksinnön mukaiselle tehonsäätömenetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen menetelmävaatimuksen tunnusosassa. Keksinnön mukaiselle matkaviestinverkon elementille on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen matkaviestinverkon elementtiä koskevan vaatimuksen tunnusosassa. Keksinnön mukaiselle kuormanhallintamenetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen kuormanhallintamenetelmää koskevan vaatimuksen tunnusosassa. 25 Keksinnön mukaiselle kantajien lähetystehojen hallintamenetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen kantajien lähetystehojen hallintamenetelmää koskevan vaatimuksen tunnusosassa. Keksinnön muita edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä aloittavan lähetysten lähetystehon määrittämisen yhteydessä määritetään myös muille lähetteille soveltuvat lähtötehot siten, että kaikkien ohjattavien lähetysten muodostama kokonaisuus on mahdollisimman lähellä optimia jo uuden kehyksen alkaessa. Keksinnön mukaisessa

5 menetelmässä huomioidaan alkavan lähetysten vaikutus muihin lähetteisiin.

Optimaaliset lähtötehoarvot vaihtelevat nopean häipymän muuttuessa, mutta eksinnön mukainen menetelmä pyrkii löytämään vallitsevaa häipymä- ja interferenssitilannetta vastaavat oikea lähetystehot lähetteille mahdollisimman nopeasti.

10

Lisäksi eksinnön mukaisessa menetelmässä otetaan huomioon edellisen kehyksen aikana tapahtuneet olosuhteiden muutokset ottamalla nopean tehonsäädön ohjaushistoria mukaan lähtötehojen uudelleen määrittämisen aikana tehtävän laskennan lähtötietoihin. Nopean tehonsäädön vaikutus voidaan huomioida

15 yksinkertaisimmillaan ottamalla laskennan lähtötiedoksi pelkästään kunkin lähetteen edellisen kehyksen lopussa käyttämä lähetysteho. Hetkellinen lähetysteho voi kuitenkin olosuhteista riippuen vaihdella hyvin nopeasti, jolloin radiotien

kulloisistakin olosuhteista saadaan parempi kuva ottamalla laskennan lähtötiedoksi sopiva tilastollinen suure kunkin lähetteen lähetystehohistoriasta, kuten esimerkiksi

20 tietyn mittainen keskiarvo. Tällainen keskiarvo voidaan edullisesti laskea esimerkiksi tietyltä aikajaksolta edellisen kehyksen lopusta tai koko kehyksen ajalta. Keskiarvo voidaan tarvittaessa laskea myös useamman kehyksen ajalta. Tällaisena

tilastollisena suurena voidaan käyttää muutakin suuretta kuin pelkkää keskiarvoa, kuten esimerkiksi halutulla tavalla painotettua keskiarvoa. Tällainen painotettu

25 keskiarvo voi edullisesti painottaa edellisen kehyksen lopussa käytettyjä tehoarvoja aikaisempia arvoja voimakkaammin. Lähtötietona voidaan käyttää myös esimerkiksi kahden eri mittaiselta ajalta lasketun keskiarvon suhteella painotettua keskiarvoa tai muuta soveltuva tilastollista suuretta.

Keksinnön mukaisella tehonsäätömenetelmällä voidaan edullisesti hallita yhden solun alueella olevien matkaviestinten sekä tukiaseman lähetystehot. Keksintö ei kuitenkaan rajoitu tähän, vaan menetelmä soveltuu myös useamman kuin yhden solun lähetystehojen yhtäaikaiseen optimointiin. Keksinnön mukaisen menetelmän avulla voidaan hallita myös vain solun tietyn osan, kuten sektoroidun solun tietyn sektorin lähetteitä. Keksintöä voidaan soveltaa esimerkiksi myös vain tiettyjen, toisiaan voimakkaasti interferoivien kantajien tehonsäätiöön.

Keksinnön mukaista tehonsäätömenetelmää voidaan soveltaa myös sellaisiin tilanteisiin, joissa jokin lähete loppuu kehyksen lopussa. Mikäli muiden lähetteiden tehotasoja ei vastaavasti korjata, tehotasot eivät ole optimissaan, jolloin tiedonsiirtokapasiteettia hukkuu. Tunnetun tekniikan mukaisissa järjestelmissä tehotasojen optimointi jätetään tässäkin tilanteessa nopean tehonsäätiön huoleksi. Tällöin seuraavan kehyksen alussa tiedonsiirtokapasiteettia hukkuu sinä aikana, mikä kuluu ennen lähetystehojen hakeutumista optimiin. Keksinnön mukaisen menetelmän avulla voidaan myös tässä tilanteessa asettaa lähetystehot mahdollisimman lähelle optimiarvoja jo kehyksen alkaessa.

Keksinnön mukaista menetelmää voidaan yleisesti soveltaa kaikissa sellaisissa tilanteissa, joissa radiotien yli siirrettävän tiedon määrä muuttuu. Esimerkiksi, mikäli edellisessä kehyksessä aktiivisena olleen kantajan tiedonsiirtotarve muuttuu kaksinkertaiseksi, jolloin kantajan lähetysteho samoin kaksinkertaistuu yhteyden muiden parametrien pysyessä samoina, vaikuttaa tämä muihin kantajiin samankaltaisella tavalla kuin jos kehyksen alussa olisi aloittanut uusi kantaja. Vastaavasti tiedonsiirtonopeuden pudottaminen vaikuttaa käänteisellä tavalla.

KUVIEN LYHYT SELOSTUS

Seuraavassa selostetaan eksintöä yksityiskohtaisemmin viitaten esimerkkinä esitettyihin edullisiin suoritusmuotoihin ja oheisiin kuviin, joissa

- kuva 1 havainnollistaa tunnetun tekniikan mukaisissa tehonmääritysmenetelmissä esiintyvää tehonsäättövirhettä,
- 5 kuva 2 havainnollistaa keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa,
- kuva 3 havainnollistaa keksinnön erään toisen edullisen toteutusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa,
- 10 kuva 4 havainnollistaa keksinnön erästä edullista toteutusmuotoa, jossa tukiasema käsittää keksinnön mukaisen säätömenetelmän toteuttamiseen tarvittavat elimet, ja
- 15 kuva 5 havainnollistaa keksinnön erästä edullista toteutusmuotoa, jossa keksinnön mukaisen säätömenetelmän toteuttamiseen tarvittavat elimet on sijoitettu tukiasemaohjaimeen.

Kuvissa käytetään toisiaan vastaavista osista samoja viitenumeroita ja -merkintöjä.

20

KEKSINNÖN EDULLISTEN SOVELLUSMUOTOJEN YKSITYISKOHTAINEN KUVAUS

25 Keksinnön mukaisessa menetelmässä säädetään samanaikaisesti lähetettävien pakettien SIR-arvojen (signal-to-interference ratio) tai esimerkiksi S/N-arvojen (signal-to-noise ratio) odotusarvot tiettyyn esimerkiksi kantaja- tai kantajaluokkakohtaiseen tavoitetasoon huomioiden nopeasta häipymästä johtuva tehojen muutostarve niille kantajille, jotka ovat olleet edellisessä tai edellisissä kehyksissä aktiivisina ja joista näin ollen tiedetään nopean häipymän aiheuttaman 30 nopean tehonsäädon ohjaushistoria. Keksinnön mukaisessa menetelmässä siten

käytetään edellisten kehysten aikana tehtyjä nopean tehonsäädön tietoja päivittämään uusien lähetystehojen laskentaa, jolloin saadaan tunnetun tekniikan mukaisiin menetelmiin verrattuna tarkempi tieto pakettien tarvitsemista lähetystehoista.

5

Keksinnön mukaisessa tehonsäätömenetelmässä SIR-arvojen laskenta voidaan suorittaa esimerkiksi seuraavasti:

$$\gamma_{ij} = \frac{G_{ij} \hat{L}_{ij} P_{ij}}{\alpha \hat{L}_{ij} \sum_{l=1}^{No_MS_i} P_{il} + \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq i}}^{No_BS} \tilde{L}_{mij} \sum_{n=1}^{No_MS_m} P_{mn} + P_N}, \quad (2)$$

missä

- 10 γ_{ij} on tukiaseman i paketin tai kantajan j SIR-tavoitetaso,
 \tilde{L}_{mij} on tukiaseman m sekä tukiaseman i kantajaan j liittyvän päätelaitteen
 välinen etäisyyssvaimennus,
 P_{ij} on tukiaseman i paketin/kantajan j lähetysteho,
 G_{ij} on tukiaseman i paketin/kantajan j prosessointivahvistus,
- 15 No_BS on yhden tukiasemaohjaimen ohjaaman tukiasemanaapuriston
 tukiasemien lukumäärä,
 No_MS_m on tukiaseman m aktiivisten kantajien lukumäärä ($m=1, 2, \dots, No_BS$)
 \hat{L}_{ij} on tukiaseman i ja sen kantajaan j liittyvän päätelaitteen välinen
 etäisyyssvaimennus ('link gain') L_{ij} jaettuna kyseisen kantajan nopean
20 tehonsäädön ohjaushistorialla f_{ijH} ,
 P_N on kohinatermi, ja
 α on oman solun koodien ortogonaalisuutta kuvaava tekijä, $\alpha \in (0,1]$. Jos
 oman solun koodien ortogonaalisuutta ei huomioida, on tekijän α arvo
 yksi.

25

Ohjaushistoriaa kuvaava termi f_{ijH} voidaan muodostaa monella eri tavalla.

Ohjaushistoria voidaan muodostaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

$$f_{ijH} = \begin{cases} 1, & \text{kantaja } j \text{ tukiasemassa } i \text{ ei ollut aktiivinen edellisessä kehyksessä} \\ \prod_{h=H_{1ij}}^{H_{Fij}} \prod_{k=1}^{K(h)} u_{hij}(k), & \text{kantaja } j \text{ oli aktiivinen edellisessä kehyksessä} \end{cases} \quad (3)$$

5

Edellisessä kaavassa (3) tekijä

- $K(h)$ tarkoittaa nopean tehonsäädön tehonsääätökomentojen lukumäärää kehyksen h aikana,
- H_{1ij} viittaa laskennassa tarkasteltavan aikajakson ensimmäiseen keykseen ja
- 10 H_{Fij} viittaa alkavaa kehystä (kehys H) edeltävään keykseen tukiaseman i kantajan j keskeytymättömässä lähetysessä eli kun ko. kantaja on ollut aktiivinen kehyksissä $\{H_{1ij}, H_{2ij}, \dots, H_{Fij}\}$ ja
- $u_{hij}(k)$ on h :nnen ($h \in \{H_{1ij}, H_{2ij}, \dots, H_{Fij}\}$) kehyksen k :s tehonsääätökomento, missä yleisesti

15

$$u_{hij}(k) = \begin{cases} \text{jos tehoa nostetaan} \\ \text{step up,} & k:\text{nella tehonsä ä tökealla} \\ \text{jos tehoa vä hennetä ä} \\ \text{step down,} & k:\text{nella tehonsä ä tökealla} \end{cases} \quad (4)$$

- Kuten edempänä tässä hakemukseissa mainittiin, nopean häipymän vaikutus voidaan huomioida hyvin monenlaisilla erilaisilla tilastollisilla suureilla. Ohjaushistoriaa
- 20 kuvaava termi f_{ijH} voidaan muodostaa kaavan (3) mukaisen tavan lisäksi esimerkiksi myös seuraavilla kaavoilla (5) ja (6) tai kaavoilla (5) ja (7) määritämillä tavoilla:

$$f_{ijH} = \begin{cases} g\left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right), & \text{kantaja } j \text{ tukiasemassa i ei ollut aktiivinen edellisessä kehyksessä tai nopean tehonsä ää ohjaushistoria ei ole muuten tiedossa} \\ \prod_{h=H_{ij}}^{H_{Fij}} \prod_{k=1}^{K(h)} u_{hij}(k), & \text{kantaja } j \text{ oli aktiivinen edellisessä kehyksessä} \end{cases} \quad (5)$$

missä funktio g voi olla esimerkiksi seuraavan kaavan (6) mukainen:

$$g\left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right) = \begin{cases} \frac{1}{n}, & \text{kun } \frac{P_{Rx}}{P_{Tx}} \geq nL_{ij} \\ \left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right)^{-1} L_{ij}, & \text{kun } \frac{L_{ij}}{n} \leq \frac{P_{Rx}}{P_{Tx}} \leq nL_{ij} \\ n, & \text{kun } \frac{P_{Rx}}{P_{Tx}} < \frac{L_{ij}}{n} \end{cases} \quad (6)$$

Funktio g voi olla myös kaavan (7) mukainen:

$$g\left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right) = \left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right)^{-1/n} L_{ij} \quad (7)$$

10

Edellisissä kaavoissa tekijä

- n on vakiokerroin, $n > 1$,
- P_{Rx} tarkoittaa vastaanotettua signaalin voimakkuutta ja
- 15 P_{Tx} oman tukiaseman lähettämän vastaavan signaalin kuten pilot-signaalin kokonaislähetystehoa samana ajanjaksona.

Kertoimen n arvoksi sopii esimerkiksi 2. Mikäli kaavassa (6) käytetään arvoa $n = 2$, sallitaan nopean häipymän aiheuttavan signaalin voimakkuuden muutoksen

vaikuttavan enintään kaksinkertaistamalla tai puolittamalla etäisyysvaimennusestaatin.

- Ohjaushistoriaa kuvaava termi f_{ijH} voidaan muodostaa esimerkiksi myös seuraavalla 5 tavalla:

$$f_{ijH} = \begin{cases} 1, & \text{kantaja } j \text{ tukiasemassa } i \text{ ei ollut aktiivinen edellisessä kehyksessä} \\ \left(\frac{\gamma_{ij}}{SIR_rx} \right)^{1/n}, & \text{kantaja } j \text{ oli aktiivinen edellisessä kehyksessä} \end{cases} \quad (8)$$

- Kaavassa (8) kerroin $n > 1$. Sopiva kertoimen n arvo on esimerkiksi 4. Kuten tästä 10 havaitaan, vaikka tässä selityksessä termiä f_{ijH} kutsutaan ohjaushistoriaa kuvaavaksi termiksi, keksinnön kannalta kyseisen termin tarkoitus on kuvata suuretta, joka jollakin tavalla ainakin osittain kuvastaa eri kantajien kokemaa nopean häipymän vaikutusta.
- 15 Kaavassa (8) esitetyssä vaihtoehtoisessa aktiivisten pakettien ohjaushistoriaa kuvaavassa termissä (f_{ijH} :ssä) SIR_rx tarkoittaa edellisen kehyksen (kehysen H_{Fij}) havaittua SIR-arvoa tai esimerkiksi kehyskielen $\{H_{1ij}, H_{2ij}, \dots, H_{Fij}\}$ keskimääräistä havaittua SIR-arvoa. Tällöin siis oletetaan, että edellisissä kehysissä vaikuttanut nopea häipymä otetaan keskiarvoisesti mukaan uuden lähetystehon laskentaan 20 korjaten etäisyysvaimennuksesta saatavaa lähetystehoa kohti SIR-tavoitetasoaa havaitun SIR:n perusteella.

- Edellä esitetyt kaavat (3), (5), (6), (7) ja (8) ovat vain esimerkinomaisia, eikä 25 keksintö rajoitu niiden mukaiseen tapaan huomioida nopean häipymän aiheuttama muutos lähetteen lähetystehossa.

- Ohjaushistoria voidaan ottaa huomioon vielä esimerkiksi seuraavalla tavalla käyttämällä hyväksi sekä kaavan (3) mukaista laskentatapaa että kaavan (5) mukaista laskentatapaa. Tekijä f_{ijH} voidaan laskea sekä kaavan (3) että kaavan (5) mukaisesti, ja käytää kaavan (2) skaalaustekijänä f_{ijH} näiden kahden välituloksen 5 itseisarvojen maksimia. Esimerkiksi siis jos kaavasta (3) saadaan $f_{ijH} \approx 2$ ja kaavasta (5) $f_{ijH} \approx 1,6$ ja käytetään maksimisääntöä, on lopullinen skaalaustekijän f_{ijH} arvo siten 2. Kaavan (2) skaalaustekijänä voidaan käyttää myös mainitun kahden välituloksen minimiä tai muulla tavoin määriteltyä yhdistelmää.
- 10 Kaavoissa (2), (3), (5), (6), (7) ja (8) kaikki suureet ovat absoluuttisia eivätkä dB-arvoisia.
- SIR-arvojen laskentakaavassa (2) on tämän keksinnön idean eräänä mahdollisena toteutustapana esitetty edellisten kehysten nopean häipymän aiheuttaman nopean 15 tehonsäädön ohjaushistorian mukaanotto uuden kehyksen alkulähetystehojen laskentaan siten, että etäisyysvaimennus omaan tukiasemaan on jaettu ohjaushistorialla. Jos siis esimerkiksi nopeassa tehonsäädössä on käytetty ns. deltasääntöä, jossa askelkoko on vakio absoluuttisissa yksiköissä, voidaan edellisen kehyksen nopean tehonsäädön ohjaushistoriasta aiheutuva etäisyysvaimennuksen 20 skaalaustekijä muodostaa absoluuttissa yksiköissä esimerkiksi seuraavasti:

$$f_{ijH} = \prod_{h=H_{1ij}}^{H_{Fij}} \prod_{k=1}^K u_{hij}(k) = a^{s-t}, \quad (9)$$

ja dB-yksiköissä esimerkiksi seuraavasti:

25

$$f_{ijH} = \sum_{h=H_{1ij}}^{H_{Fij}} \sum_{k=1}^K u_{hij}(k) = (s-t) \cdot 10 \cdot \log_{10}(a) dB \quad (10)$$

missä

- s on edellisessä kehyksessä tehtyjen nopean tehonsäädon tehonnostojen lukumäärä,
- t on edellisessä kehyksessä tehtyjen nopean tehonsäädon tehonlaskujen lukumäärä,
- a on askelkoko ja
- K on ohjausaskelten lukumäärä edellisessä kehyksessä.

On huomioitavaa, että sekä askelkoko a että tehonsäädon tehonsääätökomentojen

lukumäärää K yhden kehyksen aikana voivat vaihdella kehyksestä toiseen.

Seuraavassa käydään läpi eräs esimerkki siitä, kuinka eri kantajien lähtötehot voidaan määrittää. Kaavasta (2) saadaan

$$15 \quad \left(\frac{G_{ij}}{\gamma_{ij}} - \alpha \right) P_{ij} = \alpha \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^{No_MS_i} P_{il} + \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq i}}^{No_BS} \frac{\tilde{L}_{mij}}{\hat{L}_{ij}} \sum_{n=1}^{No_MS_m} P_{nm} + \frac{1}{\hat{L}_{ij}} P_N , \quad (11)$$

mikä voidaan esittää matriisimuodossa seuraavasti:

$$\lambda \mathbf{p} = \mathbf{A}\mathbf{p} + \mathbf{a}P_N , \quad (12)$$

20

missä \mathbf{p} on kantajien lähtötehot sisältävä matriisi, joka esitetään tarkemmin kaavassa (13), \mathbf{A} on kaavan (14) mukainen neliömatriisi, joka koostuu kaavan (15) mukaisista alimatriiseista, \mathbf{a} on kaavan (16) mukainen etäisyysvaimennusvektori ja λ on diagonaalimatriisi, joka on määritelty kaavoissa (17) ja (18). Matriisi \mathbf{A} on häiriövaikutusmatriisi, eli se sisältää lähinnä kunkin tukiaseman vuorovaikutussuhteet muihin tukiasemiin ja muiden tukiasemien ohjauksessa oleviin matkaviestimiin.

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} P_{1,1} & \cdots & P_{1,No_MS_1} & \cdots & P_{No_BS,1} & \cdots & P_{No_BS,No_MS_{No_BS}} \end{bmatrix}^T \quad (13)$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{1,1} & \cdots & \mathbf{A}_{1,No_BS} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{A}_{No_BS,1} & \cdots & \mathbf{A}_{No_BS,No_BS} \end{bmatrix}, \quad (14)$$

5

$$\mathbf{A}_{im}(j,k) = \begin{cases} 0, i = m \wedge j = k \\ \alpha, i = m \wedge j \neq k \\ \frac{\tilde{L}_{mij} f_{Hij}}{L_{ij}}, i \neq m \end{cases} \quad j=1, \dots, No_MS_i, \quad k = No_MS_m. \quad (15)$$

$$10 \quad \mathbf{a} = \begin{bmatrix} \frac{f_{H11}}{L_{1,1}} & \dots & \frac{f_{H,1,No_MS_1}}{L_{1,No_MS_1}} & \dots & \frac{f_{H,No_BS,No_MS_1}}{L_{No_BS,No_MS_1}} & \dots & \frac{f_{H,No_BS,No_MS_{No_BS}}}{L_{No_BS,No_MS_{No_BS}}} \end{bmatrix}^T \quad (16)$$

Kaavassa (16) voidaan käyttää esimerkiksi kaavan (3) mukaista ohjaushistoriaa kuvaavan termin f_{ijH} määritelmää.

$$15 \quad \lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{No_BS} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Kaavassa (17) tekijät λ_i ovat diagonaalisia alimatriiseja:

$$\lambda_i(j, k) = \begin{cases} \frac{G_{ij}}{\gamma_{ij}} - \alpha, & j = k \\ 0, & j \neq k \end{cases}, \quad j = 1..No_MS_m, k = 1..No_MS_m \quad (18)$$

Uusi avoimen silmukan tehovektori voidaan edellisten kaavojen avulla laskea kaavan (19) mukaan:

5

$$\mathbf{p} = (\lambda - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{a} P_N \quad (19)$$

Käytännössä voi laskennallisista syistä olla edullista rajoittaa matriisin \mathbf{A} pienien nollasta poikkeavien alkion määrää. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi siten, että 10 etsitään matriisin suurin alkio ja kaikki korvataan kaikki alkiot nollilla, jotka ovat esimerkiksi 30dB eli absoluuttisissa arvoissa 1000 kertaa pienempi kuin suurin alkio. Tällöin matriisin \mathbf{A} dynamiikka on rajoitettu 30dB:iin.

Toinen vaihtoehto matriisin \mathbf{A} yksinkertaistamiseksi on korvata tiettyjä alimatriiseja 15 \mathbf{A}_{nm} ($n, m = 1, 2, \dots, No_BS$) nollamatriiseilla, joiden kaikki alkiot ovat nollia. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi niille alimatriiseille, joita vastaavat tukiasemat n ja m eivät ole naapuritukiasemia. Vaihtoehtoisesti, tämä voidaan tehdä esimerkiksi niille alimatriiseille, joissa edellä kuvatun dynamiikan rajoittamisen jälkeen alimatriisiin jää tiettyä raja-arvoa vähemmän nollasta poikkeavia alkioita. Tällaisena raja-arvona 20 voidaan edullisesti pitää noin 10% alimatriisin alkion lukumäärästä. Edelleen vaihtoehtoisesti voidaan nollata ne alimatriisit \mathbf{A}_{nm} , joita vastaavan tukiaseman tukiaseman m etäisyysvaimennus tukiasemasta n on itseisarvoltaan vähintään yhtä suuri tai tietyyn parametrin verran suurempi kuin tukiaseman n tehonsäätödynamiikka.

25

Kolmas vaihtoehtoinen tapa matriisin \mathbf{A} yksinkertaistamiseksi on tehdä matriista diagonaalimatriisi eli korvata nollamatriiseilla osamatriisit \mathbf{A}_{nm} ($n, m = 1, 2, \dots, No_BS$),

missä $n \neq m$. Tällöin ratkaistaan tehovektori kullekin tukiasemalla siten, että interferenssistä huomioidaan vain oman tukiaseman aiheuttama interferenssi.

- Matriisia **A** voidaan yksinkertaistaa myös nollaamalla tiettyjen rivien tai sarakkeiden 5 alkiot. Esimerkiksi, nollattaviksi riveiksi tai sarakkeiksi voidaan valita sellaiset, joiden alkioiden arvot ovat tietyn rajan alapuolella.

Edellä kuvatut tavat matriisin **A** yksinkertaistamiseksi vähentävät tarvittavan laskennan määrää, jolloin laskenta on nopeampaa.

- 10 Käytännössä käytettävillä tehoarvoilla on tietyt ala- ja ylärajat, joten laskennan antamat tulokset on rajoitettava tietylle tehoalueelle. Jos tehovektorin jotakin komponenttia joudutaan mututamaan, on tarkistettava, kuinka se vaikuttaa kunkin lähetettävän paketin/kantajan SIR-arvoon tai muuhun vastaavaan häiriötasoa 15 kuvaavaan arvoon. Tarkistus voidaan tehdä laskemalla tarkistetuilla tehotailla saatavat SIR-ärivot γ_r esimerkiksi seuraavan kaavan (20) mukaan:

$$\gamma_r = \text{div}(\mathbf{G}\mathbf{P}, (\mathbf{A} + \mathbf{I})\mathbf{P} + \mathbf{a}\mathbf{P}_N), \quad (20)$$

- 20 missä $\text{div}(.)$ tarkoittaa jakamista alkio alkiolta ja **G** on prosessointivahvistukset sisältävä diagonaalimatriisi. Mikäli tarkistetuilla tehotailla saatavat SIR-ärivot γ_r eivät ole hyväksyttävissä, voi verkkojärjestelmä järjestellä liikennettä esimerkiksi siirtämällä matalan prioriteettitason paketteja myöhempissä kehyksissä lähetettäviksi ja laskea tehotasot uudestaan. Mikäli SIR-ärivot γ_r ovat 25 hyväksyttävissä, voidaan lasketut lähtötehot ottaa käyttöön.

Lasketut tehoarvojen käyttöönnotosta päättämisen kriteerinä voidaan käyttää myös muita parametreja kuin edellämainittuja SIR-arvoja. Lähtötehovektori voidaan laskea useaan kertaan hieman erilaisilla lähtötiedoilla, esimerkiksi erilaisilla SIR-

tavoitetasoilla, ja valita käytettävä lähtötehovektori jonkin halutun kriteerin tai kriteerijoukon mukaan. Eräs toinen esimerkinomainen vaihtoehto lähtötehovektorin laskennan lähtötietojen muuttamiseksi on vähentää niiden lähetteiden bittinopeutta, joiden lähetysteho oikein vastaanotettuja bittejä kohti on ollut keskimäärin suurin

5 edellisten kehysten aikana, tai keskeyttää tällaisen lähetteen lähetys alkavan kehyksen ajaksi. Käytettävän lähtötehovektorin valinnassa voidaan käyttää minimoitavana suureena esimerkiksi kokonaislähetystehon suhdetta kehyksen aikana lähetettävien bittien määrään. Minimoitavana suureena voidaan käyttää esimerkiksi myös aktiivisten kantajien lähetystehon ja oikein vastaanotettujen bittien

10 määrään suhdetta. Keksintö ei mitenkään rajoita tässä käytettävää optimointitavoitetta eikä varsinaiseen optimointiin tässä hakemuksessa esitetyn tehonsäätömenetelmän lisäksi käytettävää optimointitapaa. Esimerkiksi, lasketuista lähtötehovektoreista voidaan valita se, jonka lähtötehojen summa on pienin. Toisena esimerkinä lähtötehojen optimoinnin tavoitteesta voidaan esittää eri kantajien

15 hinta- tai tuottoluokilla painotettujen SIR-arvojen maksimointi, mikä on käyttökelpoinen parametri, mikäli kyseisessä matkaviestinjärjestelmässä seurataan liikennöintitasolla kunkin kantajan aiheuttamia kustannuksia ja käyttäjiltä palvelusta saatavia maksuja. Edelleen esimerkinä voidaan mainita kantajien tärkeysluokkien mukaan painotettujen SIR-arvojen maksimointi, mikä soveltuu käytettäväksi

20 sellaisessa matkaviestinjärjestelmässä, joissa käyttäjille voidaan asettaa käyttäjäkohtaisia, käyttäjän kaikki kantajat kattavia tärkeysluokkia tai kantajakohtaisia tärkeysluokkia. Tällaisessa järjestelmässä voitaisiin täten taata esimerkiksi viranomaislukkien läpimeno ruuhkuhuipuista huolimatta. Eri pakettien tai kantajien tärkeysluokitusten avulla voidaan myös luoda käyttäjille

25 erilaisia palveluluokkia esimerkiksi sallittavan suurimman viiveen mukaan, jolloin suurimman sallitun viiveajan lähestyessä paketin tärkeysluokkaa automaatisesti nostetaan, kunnes paketti pääsee läpi. Vielä eräänä esimerkinä voidaan mainita esimerkiksi tietoliikenteen läpivientikapasiteetin maksimointi. Optimointitavoitteena voidaan pitää myös jotain näiden tai muiden yksittäisten tavoitteiden halutulla

tavalla muodostettua yhdistelmää. Kuten näistä esimerkeistä havaitaan, keksinnön mukaisen säätömenetelmän avulla voidaan liikennettä ohjata hyvin monen eri tavoitteen mukaan, hyvin erilaisia eri kantajien erityisvaatimuksia huomioiden.

- 5 Tehovektoria voidaan käyttää myös pääsyohjauksen (engl. admission control) sekä kuormanhallinnan (engl. load control) apuvälineenä päättämään kannattaako aloittamaan pyrkivää kantajaa palvella tällä hetkellä, kannattaako antaa ko. kantajan odottaa lähetysvuoroa, vai onko kannattavampaa järjestelmän kapasiteetin ja stabiiliuden kannalta vähentää jonkin yhteyden SIR-tavoitetasoaa tai kasvattaa 10 prosessointivahvistusta (eli vähentää bittinopeutta). Tällöin voidaan valintasuureena käyttää lasketun tehovektorin antaman lähetystehon suhdetta lähetetäviin bitteihin tai edellisten kehysten aikana oikein vastaanotettuihin bitteihin. Lähetystehon suhde edellisten kehysten aikana oikein vastaanotettuihin bitteihin kuvaaa bitin oikein vastaanottamiseen tarvittavan lähetystehon keskimääräistä määrää. Eräs 15 mahdollinen valintasuure saadaan myös kertomalla lähetteen lähetysteho lähetettyjen bittien lukumäärää kohden funktiolla, jonka argumenttina on SIR-tavoitetason ja koetun SIR:n suhde ($SIR_{tavoitetaso}/SIR$), joka on laskettu yli lähetystehojen laskennassa käytetyn keskiarvoistamisajanjakson. Valintasuureen laskeminen on kuvattu kaavassa (21).

20

$$\text{Kriteeri} = \frac{P_{Tx}}{\text{bittimäärä}} h_1[SIR, SIR_{tavoitetaso}] \quad (21)$$

Kaavassa (21) funktio h_1 voi olla esimerkiksi kaavan (22) mukainen.

$$25 \quad h_1 = \left(\frac{SIR_{tavoitetaso}}{SIR} \right)^{1/n} \quad (22)$$

Kaavassa (22) kerroin $n \geq 1$. Sopiva kertoimen n arvo on esimerkiksi 4. Valintakriteeri/-suure voidaan myös laskea kaavan (23) mukaisesti:

$$\text{Kriteeri} = \frac{P_{Tx}}{\text{bittimäärä}} h_2 [SIR_{\min}, SIR_{\text{tavoitetaso}}] \quad (23)$$

Kaavassa (23) funktio h_2 voi olla esimerkiksi kaavan (24) mukainen.

5

$$h_2 = \left(\frac{SIR_{\min}}{SIR_{\text{tavoitetaso}}} \right)^{1/n} \quad (24)$$

- Kaavassa (24) kerroin $n \geq 1$. Sopiva kertoimen n arvo on esimerkiksi 1 tai hieman sitä suurempi. Kaavassa (24) suure SIR_{\min} tarkoittaa pienintä arvoa vertailtavien lähetteiden SIR-tavoitetasojen $SIR_{\text{tavoitetaso}}$ joukossa. Esimerkiksi, jos päättetään kahden lähetteen välillä, kumman lähetteen bittinopeutta ja/tai SIR-tavoitetasoa tulisi pienentää, kun ensimmäisen lähetteen $SIR_{\text{tavoitetaso}}$ on 2 ja toisen lähetteen $SIR_{\text{tavoitetaso}}$ on 4, saadaan kaavan (24) mukaisesti funktion h_2 arvoksi 0.5 ensimmäiselle lähetteelle ja 1 toiselle lähetteelle, kun $n=1$. Näin on huomioitu myös lähetteiden laatutavoitteen ($SIR_{\text{tavoitetaso}}$) arvo bittien lukumäärän ja lähetystehon lisäksi. Kaavan (24) mukainen funktio h_2 vaikuttaa valintasuureen määräytymisessä sen, että oikein vastaaotettujen bittien lisäksi huomioidaan eksplisiittisesti se SIR-tavoitetaso, millä ko. bitit pyritään vastaanottamaan.
- 10 20 SIR:n laskennassa kannattaa tässä kuitenkin käyttää alimman ja ylimmän arvon rajoitusta. Esimerkiksi, jos SIR-arvo on alle tietyn ennalta määritellyn alarajan, pudotetaan tämän yhteyden bittinopeutta enemmän kuin minkään sellaisen yhteyden, jolla SIR -arvo oli yli alarajan. Jos SIR-arvo on yli ylärajan, korvataan SIR-arvo ylärajalla.
- 25 Kaikki kaavojen (21), (22), (23) ja (24) suuret ovat absoluuttisissa yksiköissä eikä dB-yksiköissä.

Ylikuormatilanteessa kannattaa palveltavien joukosta ensimmäisenä poistaa sellainen yhteys, jonka lähetysteho vastaanotettua bittimäärää kohden on suuri. Vaihtoehtoisesti tällaisen yhteyden bittinopeutta voidaan vähentää.

Ylikuormatilanteessa kannattaa vähentää järjestelmän kuormaa vähentämällä SIR-

- 5 tavoitetasoa ja/tai bittinopeutta keksinnön mukaisella menetelmällä valituilta lähetteiltä niin paljon, että kuorma pysyy halutussa tasossa. Alikuormatilanteessa, jolloin kuorman määrä on haluttua määrää pienempi, voidaan tehovektorin laskennan avulla valita, minkä yhteyden bittinopeutta voidaan edullisimmin suurentaa eli prosessointivahvistusta pienentää. Tällöin säädetäväksi yhteydeksi 10 valitaan sellainen yhteys, jonka lähetysteho lähetettyä bittimäärää kohden on pienin. Alikuormatilanteessa, jolloin tässä keksinnössä laskettu tehovektori on käyttökelpoinen, eli sen antamat tehot ovat sallituissa rajoissa, voidaan keksinnön mukaisen menetelmän avulla valita lähetettäväksi lisäksi sellainen lähete, jonka tehovektorin antama lähetysteho suhteessa lähetettäviin bitteihin tai edellisten 15 kehysten aikana oikein vastaanottuihin bitteihin on pienin.

Alikuorma- ja ylikuormatilanteiden SIR-tavoitetasojen ja/tai bittinopeuksien kasvattaminen alikuormatilanteessa ja vähentäminen ylikuormatilanteessa kannattaa tehdä nimenomaan niille lähetteille, joiden lähetysteho on suuri suhteessa oikein

- 20 vastaanottuihin bitteihin. Lähetystehoina voidaan esimerkiksi käyttää keksinnön mukaisen tehovektorin antamia tehoja tai aikaisempia lähetteiden keskimääräisiä lähetystehoja, viimeisiä suljetun silmukan antamaa lähetystehoa tai normaalista avoimen silmukan etäisyysvaimennukseen perustuvaa lähetystehoa. Eräs mahdollinen suoritustapa on ottaa esimerkiksi maksimi tai keskiarvo edellä 25 kuvatuista lähetystehon arvoista eri määrittämistavoilla ja käyttää sitä kuormanhallinnan vertailusuureessa, joka voi esimerkiksi olla lähetystehon suhde oikein vastaanotettujen bittien keskimääräiseen määrään. Tehovektoria voidaan esimerkiksi käyttää myös vain kuormanhallinnan apuvälineenä määrittämään kuormanhallinnan vertailusuureiden arvot eri lähetteille.

Kaavassa 25 kerrataan vielä havainnollisuuden vuoksi tehovektorin luominen matemaattisesti kahden kehyksen ajalta. Kaavassa $P_{t,RT}(s)$ tarkoittaa kehyksessä s (tässä $s=1,2$) aktivoituneeseen kantajaan kuuluvan RT-paketin lähetystehoa ensimmäisessä kantajan aktiivisessa kehyksessä. $\Delta P_{m_{s,t},NRT}(s)$ tarkoittaa puolestaan kehyksessä s (tässä $s=1,2$) aktivoituneeseen kantajaan kuuluvan $m_{s,t}$:nnen NRT-paketin lähetystehon muutosta, mikä tehdään tarkasteltavassa kehyksessä nopean tehonsäädön ja muuttuneen interferenssitilanteen takia. Ensimmäisessä kehyksessä on $n_{1,1}$ kappaletta RT-paketteja ja $m_{1,1}$ kappaletta NRT-paketteja, joista $n_{1,2}$ kappaletta RT-paketteja ja $m_{1,2}$ kappaletta NRT-paketteja on aktiivisia toisessakin kehyksessä. Ensimmäinen alaindeksi tarkoittaa kehystä, jossa ko. paketin kantaja on aktivoitunut ja toinen alaindeksi tarkasteltavaa kehystä. Toisessa kehyksessä tulee uusiin kantajiin liittyviä RT-paketteja $n_{2,2}$ kappaletta ja NRT-paketteja $m_{2,2}$ kappaletta.

15

$$\begin{bmatrix} P_{1,RT}(1) \\ P_{2,RT}(1) \\ \vdots \\ P_{n_{1,1},RT}(1) \\ P_{1,NRT}(1) \\ \vdots \\ P_{m_{1,1},NRT}(1) \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} P_{1,RT}(1) + \Delta P_{1,RT}(1) \\ \vdots \\ P_{n_{1,2},RT}(1) + \Delta P_{n_{1,2},RT}(1) \\ P_{1,RT}(2) \\ \vdots \\ P_{n_{2,2},RT}(2) \\ P_{1,NRT}(1) + \Delta P_{1,NRT}(1) \\ \vdots \\ P_{m_{1,2},NRT}(1) + \Delta P_{m_{1,2},NRT}(1) \\ P_{1,NRT}(2) \\ \vdots \\ P_{m_{2,2},NRT}(2) \end{bmatrix} \quad (25)$$

Matkaviestijärjestelmä voi keksinnön mukaisen menetelmän mukaisen tehonsäädön tuloksien optimoinnissa käyttää monenlaisia eri tapoja liikenteen järjestelyyn. Järjestelmä voi esimerkiksi lykätä tiettyjen, matalan prioriteetin

pakettien lähetystä. Järjestelmä voi myös esimerkiksi vähentää tiettyjen kantajien tiedonsiirtonopeutta tai lähetystehoa.

Keksinnön mukaista tehonsäätömenetelmää voidaan käyttää myös erilaisiin

5 liikenteenhallintatarkoituksiin. Keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi hallittavan läheteryhmän kokonaistehon hallintaan (engl. load control). Tällaisessa sovellusmuodossa määritetään alkavan lähetteen vaikutus kokonaistehoon, jolloin kokonaistehorajan ylittyessä voidaan kieltää kyseisen lähetteen lähetys aloitus, tai järjestellä hallittavan läheteryhmän liikennettä siten, 10 että alkavan lähetteen lähetys voidaan sallia. Keksinnön mukaista menetelmää voidaan siten käyttää myös uusien yhteyksien muodostamisen hyväksytään (engl. admission control). Keksinnön mukaista menetelmää voidaan siten yleisesti käyttää eri liikennejärjestelyvaihtoehtojen soveltamiseen liikenteen hallintaa varten.

15 Keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa myös ns. makrodiversiteettiyhdistelyn yhteydessä. Makrodiversiteettiyhdistely tarkoittaa käytäntöä, jossa useampi kuin yksi tukiasema palvelee samaa matkaviestintä. Tällöin kukin palveleva matkaviestin lähettää matkaviestimelle osasignaalit, ja matkaviestin summaa vastaanotetut osasignaalit. Tällöin kukin tukiasema voi 20 käyttää matalampaata lähetystehoa kuin siinä tapauksessa, jossa kyseinen matkaviestin käyttää vain yhtä tukiaseama. Matalamman lähetystehon ansiosta kunkin tukiaseman muiden matkaviestinten havaitsema häiriötaso on matalampi.

25 Kuva 2 havainnollistaa keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisen menetelmän vuokaaviota. Tämä esimerkki havainnollistaa erästä mahdollista toimintatapaa sellaisessa tilanteessa, jossa säädettyvä ryhmänä on yksi tukiasema ja sen alueella olevat matkaviestimet. Tämä esimerkki havainnollistaa lisäksi sellaista keksinnön mukaista toteutusmuotoa, jossa tarkistetaan, ovatko laskennan tuloksena saadut lähtötehojen arvot tietyissä rajoissa. Aluksi vastaanotetaan 120 30 kuuluvuustiedot matkaviestimiltä. Kuuluvuustietojen vastaanotto on osa

tavanomaista, tunnetun tekniikan mukaista matkaviestinverkon toimintaa, joten tämä menetelmävaihe on merkitty kuvaan 2 vain havainnollisuuden vuoksi.

Seuraavaksi muodostetaan 130 säätfunktio ainakin kuuluvuustietojen ja matkaviestinten tehotasojen ohjaushistorian perusteella. Säätfunktiona voidaan

- 5 käyttää esimerkiksi kaavan (19) mukaista tai vastaavaa funktiota. Seuraavassa vaiheessa lasketaan 140 edellisessä vaiheessa muodostettu säätfunktio, jonka laskennan tuloksena saadaan uudet arvot hallittavien lähetteiden lähtötehoille. Tämän jälkeen tarkistetaan 150, että kukin laskettu lähtötehoarvo on kullekin lähetteelle soveltuvienvälinen. Mikäli kaikki arvot ovat 10 sallituissa rajoissa, kyseiset tehoarvot otetaan käyttöön 190.

Mikäli kaikki lasketut lähtötehoarvot eivät olleet sallituissa rajoissa, toimitaan kuvaan 2 esimerkissä seuraavasti. Sallitut rajat ylittävät lähtötehoarvot muutetaan 160 suurimman kullekin lähetteelle sallitun arvon suuruiseksi, ja vastaavasti lähtötehojen

- 15 alarajan alittavat arvot muutetaan alarajan suuruiseksi. Seuraavaksi tarkistetaan 170, täytävätkö tarkistetut arvot halutut kriteerit, eli kuvaan 2 esimerkissä tarkistetaan 170, saavutetaanko tarkistetuilla arvoilla halutut SIR-tasot. Tarkistaminen voidaan tässä tapauksessa tehdä esimerkiksi kaavan (20) mukaan. Mikäli halutut SIR-tasot saavutetaan, tarkistetut tehoarvot voidaan ottaa käyttöön 190. Mikäli haluttuja SIR-20 tasoa ei saavuteta, järjestellään 180 liikennettä esimerkiksi lykkäämällä joidenkin matalaprioriteettisten pakettien lähetystä myöhempiin kehyksiin. Järjestelyjen jälkeen palataan takaisin säätfunktion muodostusvaiheeseen 130.

Keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaan voidaan lasketut ja/tai

- 25 tarkistetut tehoarvot ottaa käyttöön, vaikka ne eivät täytäisikään haluttuja SIR-tasoa. Näin voidaan joutua tekemään, jos millään liikenteen järjestelyllä ei käytössä olevan laskenta-ajan kuluessa kyötä löytämään ratkaisua, jonka avulla halutut SIR-tasot voidaan saavuttaa. Tällaisessa tapauksessa on edullisinta järjestää lähtötehot siten, että suurimman prioriteetin omaavien kantajien SIR-tasot pyritään

saavuttamaan mahdollisimman hyvin, ja antamalla joidenkin matalan prioriteetin kantajien SIR-tasojen jäädä tavoitetason alapuolelle.

- Kuvassa 3 havainnollistetaan keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa vuokaaviolla. Tämä esimerkki havainnollistaa erästä mahdollista toimintatapaa sellaisessa tilanteessa, jossa säädetettävä nä ryhmänä on useampi kuin yksi tukiasema ja niiden alueilla olevat matkaviestimet. Tämä esimerkki havainnollistaa lisäksi sellaista keksinnön mukaista toteutusmuotoa, jossa tarkistetaan, ovatko laskennan tuloksena saadut lähtötehojen arvot haluttujen optimointitavoitteiden mukaiset. Aluksi vastaanotetaan 125 kuuluvuustiedot ja tiedot matkaviestinten tehonsäädön ohjaushistoriasta tehonsäädön hallintaan osallistuvilta tukiasemilta. Seuraavaksi muodostetaan 130 säätfunktio ainakin kuuluvuustietojen ja matkaviestinten tehotasojen ohjaushistorian perusteella. Säätfunktiona voidaan käyttää esimerkiksi kaavan (19) mukaista tai vastaavaa funktiota. Seuraavassa vaiheessa lasketaan 140 edellisessä vaiheessa muodostettu säätfunktio, jonka laskennan tuloksena saadaan uudet arvot hallittavien lähetteiden lähtötehoille. Tämän jälkeen tarkistetaan 150, että kukin laskettu lähtötehoarvo on kullekin lähetteelle soveltuvienvälinen minimi- ja maksimi-arvojen välissä. Mikäli kaikki lähtötehoarvot ovat minimi- ja maksimi-arvojen välissä, siirrytään vaiheeseen 151. Mikäli kaikki arvot eivät ole sallituissa rajoissa, muutetaan sallittujen rajojen ulkopuolistet arvot sallittuihin arvoihin esimerkiksi kuvan 2 selostuksen yhteydessä kuvatulla vaiheen 160 mukaisella tavalla, jonka jälkeen siirrytään vaiheeseen 151. Vaiheessa 151 tarkistetaan, ovatko lasketut lähtötehoarvot haluttujen kriteerien tai optimointitavoitteiden mukaiset. Mikäli tehoarvot ovat kriteerien mukaiset, otetaan tehoarvot käyttöön 190. Mikäli tehoarvot eivät täytä asetetuja kriteereitä, järjestellään 180 liikennettä haluttujen optimointitavoitteiden täyttämiseksi, ja palataan takaisin säätfunktion muodostusvaiheeseen 130.

- Keksintö ei rajoitu mihinkään tiettyyn optimointitavoitteeseen, vaan kuvan 3 esimerkin mukaisessa keksinnöllisessä menetelmässä ja keksinnön muissa

sovellusmuodoissa voidaan soveltaa kulloisenkin tarpeen mukaista optimointitavoitetta. Optimointitavoitteena voidaan esimerkiksi käyttää kantajien tärkeysluokalla painotettujen SIR-arvojen maksimointia tai jotain muuta edellä mainittua tavoitetta. Keksintö ei myöskään rajoitu mihinkään tiettyyn tapaan

- 5 järjestellä liikennettä halutun optimointitavoitteen saavuttamiseksi, vaan järjestelytapa voidaan edullisesti valita optimointitavoitteen mukaan. Keksintö ei siten rajoitu mihinkään tiettyyn optimointitavoitteiden ja järjestelytavan muodostamaan optimointimenetelmään.

- 10 Keksinnön eräässä edullisessa toteutusmuodossa laskennan tuloksena saatuja uusia tehotasoja ei suoraan oteta käyttöön kaikissa edellisessä kehyksessä aktiivisena olleissa kantajissa, vaan ensin tarkistetaan, onko laskennan tuloksena aiheutuva muutos suurempi kuin tietty, ennalta määritetty raja. Jos kantajan lähetystehon muutos on mainittua rajaa pienempi, ei kyseisen kantajan lähetystehoa muuteta,
- 15 jolloin matkaviestinjärjestelmän automaattisen tehonsäädön annetaan korjata lähetysteho uuden kehyksen alettua. Tällaisessa toteutusmuodossa lähtötehoa muutetaan vain, jos eksinnön mukaisella menetelmällä laskettu uusi lähtöteho on enemmän kuin mainitun rajan verran vanhaa lähtötehoa pienempi tai suurempi. Tällaisen toteutusmuodon etuna on pienempi ohjausviestityksen tarve.

20

Keksinnön eräässä edullisessa toteutusmuodossa tukiasemanaapurusto voidaan ottaa huomioon myös yksinkertaisemmassa tavalla kuin mitä edellä on esitetty. Halutun tukiasemanaapuriston tukiasemien ja matkaviestinten lähtötehot voidaan ottaa huomioon lisäämällä niiden arvoitu vaikutus kohinatermiin, kuten esimerkiksi

25 kaavan (19) termiin P_N .

Kuten edellä on selostettu, eksinnön mukaisella menetelmällä voidaan säätää useiden matkaviestinten tehoja yhteisesti yhdessä prosessissa. Tällainen kollektiivinen tehonsäätö on hyödyllinen tapauksissa, joissa solun

30 liikennestatistiikka muuttuu. Kun suurta tiedonsiirtonopeutta käytävä matkaviestin

- aloittaa liikennöinnin, se aiheuttaa samalla merkittävän yhteisen tekijän muiden käyttäjien tehonsäätiön. Samalla tavoin, kun suurta tiedonsiirtonopeutta käyttävä matkaviestin lopettaa liikennöinnin, voidaan muiden käyttäjien tehotasot asettaa merkittävästi suuren tiedonsiirtonopeuden liikennöinnin aikaista tasoa alemmalle
- 5 tasolle. Tehon nopea alentaminen usealle matkaviestimelle samanaikaisesti on edullinen oman solun häiriöiden kannalta, mutta myös naapurisoluihin aiheutetun häiriön kannalta. Usean matkaviestimen tai kantajan tehonsäätiö voidaan suorittaa myös ryhmittäin, jolloin kyseiselle ryhmälle annetut tehonsäätiökomennot muuttavat samalla tavalla kaikkiin kyseisen ryhmän kantajiin. Tietyn ryhmän yhteenen
- 10 tehonsäätiö voi esimeriksi käyttää yhteisen ohjauskanavan määriteltyjä ryhmätehonsäätiöbittejä, jotka on erotettu normaalista kantajakohtaisesta tehonsäädöstä. Yhteenen tehonsäätiö voi tapahtua suuremmalla askelkoolla kuin kantajakohtainen tehonsäätiö, jotta muutoksen vaste saadaan nopeaksi.
- 15 Eräässä keksinnön edullisessa toteutusmuodossa yhteisen tehonsäädön piirissä olevat kantajat voidaan valita niiden liikennöintilän mukaan. Esimerikksi, pakettiiliikennettä välittävät kantajat voivat automaattisesti kuulua tiettyyn ryhmään, jonka kantajien lähtötehoja säädetään ainakin osittain myös yhteenen ryhmäkomentojen avulla. Tällaisessa toteutusmuodossa kukin matkaviestin seuraa
- 20 liikennöintilansa määrittämän ryhmän tehonsäätiökomentoja. Tällöin matkaviestimien tai kantajan ryhmä vaihtuu automaattisesti liikennöintilän vaihtuessa. Ryhmäkomentojen lisäksi matkaviestin voi noudattaa myös vain kyseiselle kantajalle tai matkaviestimelle tarkoitettuja tehonsäätiökomentoja.
- 25 Keksinnön mukaisen tehonsäätiomenetelmän toteuttava järjestelmä voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Keksinnön eräässä edullisessa toteutusmuodossa keksinnön mukaista laskentamenetelmää suorittaa tällaisen järjestelmän prosessori, jonka toimintaa ohjaavat muistielimelle tallennettu ohjelmisto-. Kuva 4 havainnollistaa keksinnön erästä tällaista sovellusmuotoa. Kuvassa esitetään muuhun
- 30 matkaviestinjärjestelmään 380 kytketty tukiasema 340 sekä tukiasemaan yhteydessä

olevia matkaviestimiä 330. Keksinnön mukaisen tehonsääätömenetelmän toteuttamiseksi tukiasemassa 340 on prosessori 320 ja muistielin 321.

- Kuva 5 havainnollistaa erästä toista keksinnön edullista sovellusmuotoa, jossa
- 5 tehonsääätöä ohjaavat elimet 320, 321 on sijoitettu tukiasemia 340 ohjaavaan tukiasemaohjaimeen 350. Tukiasemaohjain 350 on yhteydessä muuhun matkaviestinjärjestelmään 380. Kuvassa 4 esitetään lisäksi tukiasemiin 340 yhteydessä olevia matkaviestimiä 330.
- 10 Keksinnön mukainen tehonsääätöjärjestelmä voidaan myös sijoittaa moniin eri kohtiin matkaviestinjärjestelmässä. Mikäli tehonsääätöjärjestelmän hallittavana on vain yhden tukiaseman ja sen alueella olevien matkaviestinten lähetteet, voidaan tehonsääätöjärjestelmä edullisesti sijoittaa kyseiseen tukiasemaan. Tehonsääätöjärjestelmä voidaan myös sijoittaa yhden tai useamman tukiaseman
- 15 toimintaa ohjaavaan tietoliikenneverkon ohjausyksikköön kuten esimerkiksi tukiasemaohjaimeen.

- Keksinnön mukaisella tehonsääätömenetelmällä on useita merkittäviä etuja. Keksinnön mukaisen tehonsääätömenetelmän avulla saadaan kehyksen alussa
- 20 alkavien lähetteiden tehotasot ja myös muiden lähetteiden tehotasot lähelle haluttua optimia, mikä säästää radiorajapinnan kapasiteettia ja matkaviestinten lähetystehoja. Koska lähetystehojen mahdollinen poikkeama todellisista optimiarvoista on merkittävästi pienempi kuin tunnetun tekniikan mukaisilla ratkaisuilla, nopea tehonsääätö korjaa lähetystehot oikeisiin arvoihinsa merkittävästi tunnetun tekniikan
- 25 ratkaisuja nopeammin.

- Tässä hakemukseissa esitettyt kaavat ovat vain esimerkinomaisia, eikä keksintö rajoitu pelkästään tässä esitettyjen kaavojen mukaisiin tehonsääätömenetelmiin. Alan ammattimiehelle on selvää, että keksinnön mukaisen menetelmän voi toteuttaa
- 30 hyvin monenlaisilla eri approksimaatioilla muodostetuilla laskentakaavoilla.

Edellä on kuvattu keksinnön toteutusta pakettiliikenteisessä CDMA-järjestelmässä, mutta keksintö ei kuitenkaan rajoitu pakettiliikenteiseen järjestelmään. Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan säätää myös piirikytkentäisen

- 5 hajaspektritekniikkaan perustuvan verkon tehonsäätöä tilanteissa, joissa jonkin kantajan lähetys alkaa tai loppuu. Keksinnön mukainen menetelmä sopii käytettäväksi monenlaisissa matkaviestinjärjestelmissä, kuten esimerkiksi ns. kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmissä, jotka perustuvat CDMA- ja TDMA-teknikkojen kombinaatioon. Keksinto soveltuu siten käytettäväksi myös 10 sellaisissa järjestelmissä, jotka perustuvat vain osittain hajaspektritekniikkaan. Keksinnön mukainen tehonsäätömenetelmää voidaan käyttää myös TDMA-järjestelmissä.

Edellä keksintöä on selostettu eräisiin sen edullisiin sovellusmuotoihin viittaamalla,

- 15 mutta on selvää, että keksintöä voidaan muunnella monin eri tavoin oheisten patenttivaatimusten määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen mukaisesti.

Patenttivaatimukset

1. Tehonsäätömenetelmä ainakin osittain hajaspektriteknikkaan perustuvassa matkaviestinjärjestelmässä, jossa matkaviestinjärjestelmässä on ainakin yksi 5 matkaviestin ja ainakin yksi tukiasema,
tunnettu siitä, että menetelmällä määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho kerrallaan, ja siitä, että menetelmä käsittää vaiheet, joissa - muodostetaan säätöfunktio ainakin osittain ainakin yhden kantajan kokemaa 10 nopeaa häipymää ainakin osittain kuvaavan suureen perusteella, ja - lasketaan säätöfunktio mainittujen useamman kuin yhden kantajan uusien lähtötehoarvojen määrittämiseksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että 15 muodostetaan säätöfunktio ainakin osittain ainakin yhden kantajan tehonsäädön ainakin osittaisen historian perusteella.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmällä määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun 20 ainakin yhden kantajan lähetys alkaa.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan lähetys loppuu. 25
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan lähetysteho muuttuu.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan virheettömyyden tavoitetaso muuttuu.
- 5 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan tiedonsiirtonopeus muuttuu.
- 10 8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan ainakin yksi tukiasema muuttuu makrodiversiteettiyhdistelyssä.
- 15 9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että säätfunktio muodostetaan ainakin osittain myös kantajien haluttujen virheettömyystasojen perusteella.
- 20 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsittää vaiheen, jossa tarkistetaan, onko kukin määritetty lähtötehoarvo vastaavalle kantajalle ominaisen minimi- ja maksimirajan muodostamalla alueella, jolloin jos yksikään arvo ei ole mainitun alueen ulkopuolella, määritetyt lähtötehoarvot otetaan käyttöön.
- 25 11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsittää vaiheet, joissa muodostetaan häiriövaikutusmatriisi, joka kuvaaa eri kantajien keskinäisiä häiriövaikutuksia, ja käännetään muodostettu häiriövaikutusmatriisi uusien tehotasojen muodostamiseksi.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsitteää vaiheen, jossa asetetaan ainakin yhden alkion arvo nollaksi, jonka alkion arvo on alle tietyn ennalta määritellyn rajan.

5 13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmällä säädetään useamman kuin yhden tukiaseman sekä niiden hallinnassa olevien matkaviestinten lähtötehoja, ja siitä, että säätöfunktio muodostetaan ainakin osittain myös sen perusteella, kuinka voimakkaana kunkin tukiaseman signaali kuuluu kunkin muun tukiaseman ainakin 10 yhteen matkaviestimeen.

14. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsitteää vaiheet, joissa lasketaan useampi kuin yksi lähtötehoarvojen joukko, 15 muodostetaan hyötyfunktio yhden lähtötehoarvojen joukon valitsemiseksi, ja valitaan se lähtötehoarvojen joukko, joka minimoi mainitun hyötyfunktion arvon.

15. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsitteää vaiheen, jossa päätetään ainakin yhden kantajan lähetyksen 20 sallimisesta muodostetun lähtötehoarvojen perusteella.

16. Matkaviestinverkon elementti, **tunnettu** siitä, että se käsitteää
- välineet ainakin yhden kantajan kokemasta nopeasta häipymästä ainakin osittain riippuvaisen suureen muodostamiseksi,
25 - välineet lähtötehoarvojen määrittämiseksi useammalle kuin yhdelle kantajalle ainakin osittain mainitun suureen perusteella, ja - välineet ainakin yhden kantajan lähetystehon säättämiseksi mainittujen lähtötehoarvojen perusteella.

17. Kuormanhallintamenetelmä matkaviestinverkossa, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet, joissa

- lasketaan tehovektori ehdokasarvojen muodostamiseksi seuraavan laskentajakson alussa käytettäviksi tehoiksi,

- 5 - tarkistetaan, ylittääkö tehokuorma ennalta määritellyn rajan, jolloin jos tehokuorma ylittää mainitun ennalta määritellyn rajan, alennetaan ainakin yhtä seuraavista:

ainakin yhden lähetteen lähetysteho,

ainakin yhden lähetteen lähetysteho,

- 10 ainakin yhden lähetteen bittinopeus, ja

ainakin yhden lähetteen SIR-tavoitetaso;

jolloin mainittu ainakin yksi lähete valitaan sen perusteella,

minkä lähetteen tehovektorin vastaavan ehdokastehoarvon suhde kyseisen lähetteen edellisen laskentajakson aikana oikein vastaanotettujen bittien lukumäärään on

- 15 suurin.

18. Matkaviestinverkon kantajien lähetystehojen hallintamenetelmä, **tunnettu** siitä, että

- kantajien tehoja ohjataan ainakin osittain ryhmittäin,

- 20 - kunkin kantajan ryhmä määräytyy kantajan tilan mukaan,

ja siitä, että menetelmä käsittää vaiheet, joissa

- lasketaan tehovektori ehdokasarvojen muodostamiseksi seuraavan laskentajakson alussa käytettäviksi tehoiksi,

- muutetaan ainakin yhden kantajaryhmän lähetystehoa laskettujen ehdokasarvojen 25 mukaan.

TIIVISTELMÄ

Keksinnön mukaisessa menetelmässä aloittavan lähetyksen lähetystehon määrittämisen yhteydessä määritetään myös muille lähetteille soveltuvat lähtötehot siten, että kaikkien ohjattavien lähetteiden muodostama kokonaisuus on mahdollisimman lähellä optimia jo uuden kehyksen alkaessa. Keksinnön mukaisessa menetelmässä huomioidaan alkavan lähetyksen vaikutus muihin lähetteisiin. Lisäksi eksinnön mukaisessa menetelmässä otetaan huomioon edellisen kehyksen aikana tapahtuneet olosuhteiden muutokset ottamalla nopean tehonsäädön ohjaushistoria mukaan lähtötehojen uudelleen määrittyksen aikana tehtävän laskennan lähtötietoihin, esimerkiksi sopivana tilastollisena suureena kunkin lähetteen lähetystehohistoriasta, kuten esimerkiksi tietyn mittaisena keskiarvona.

Kuva 2

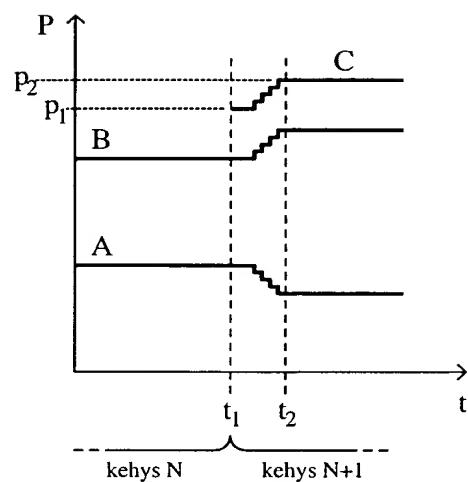


Fig. 1

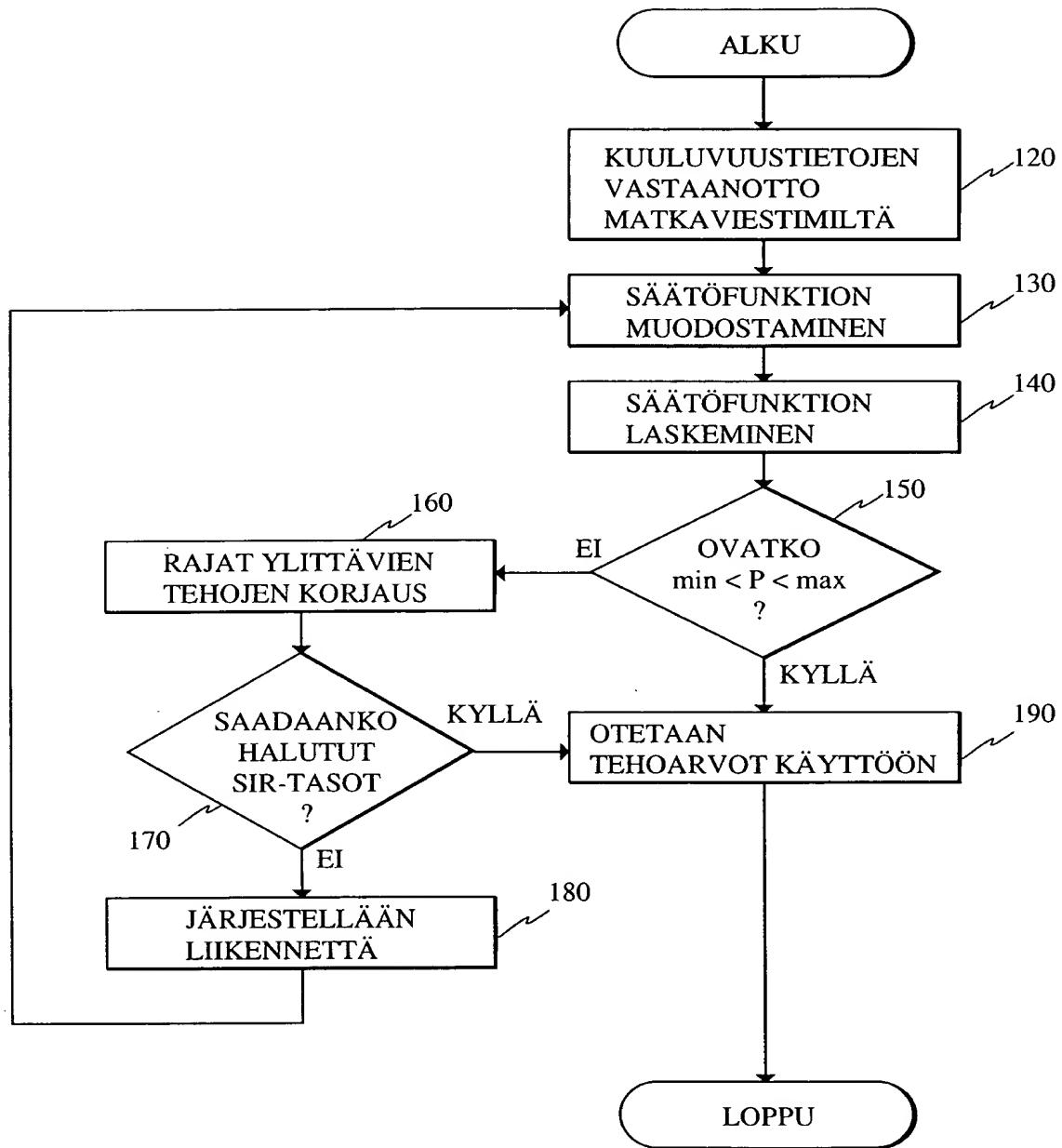


Fig. 2

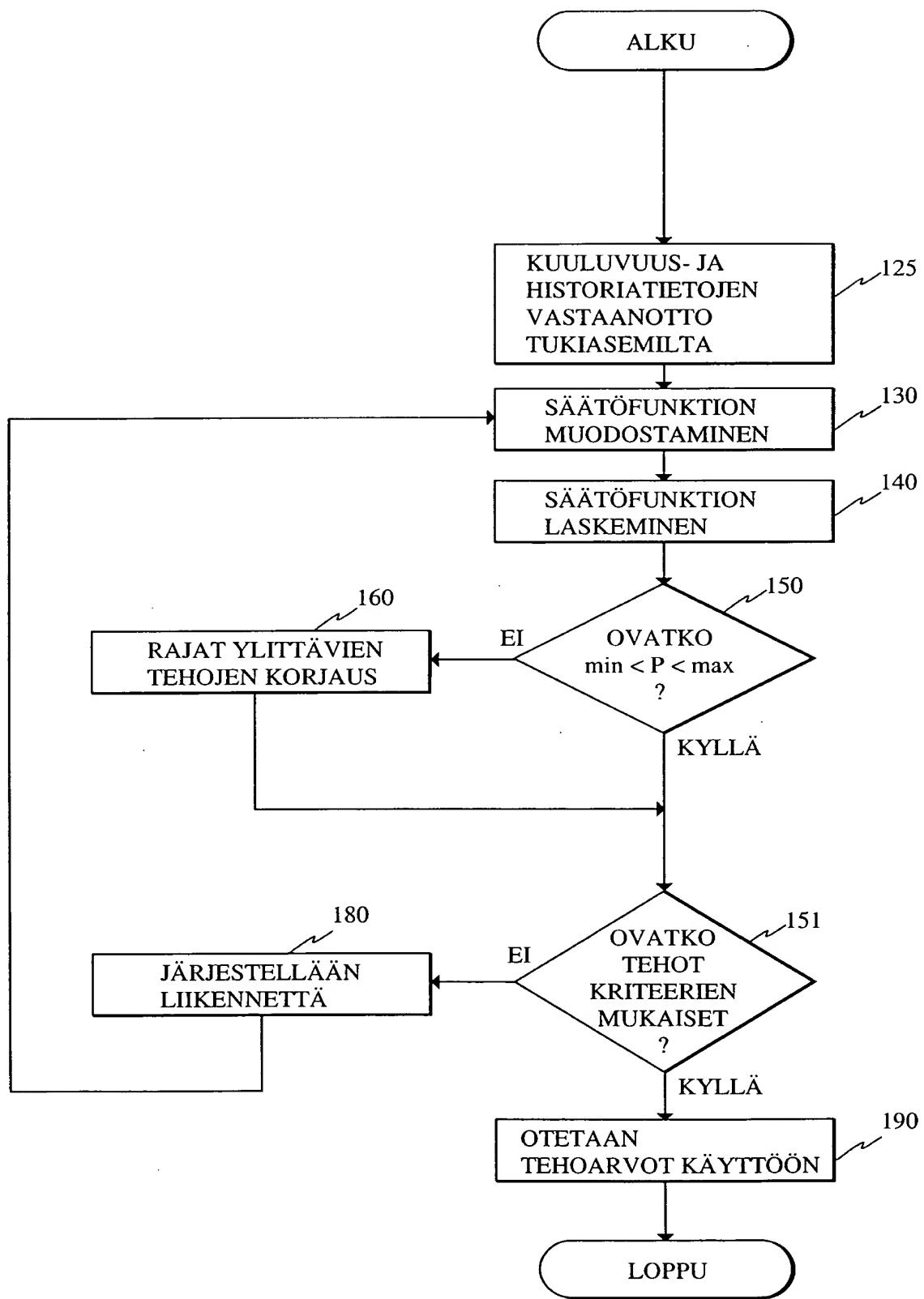


Fig. 3

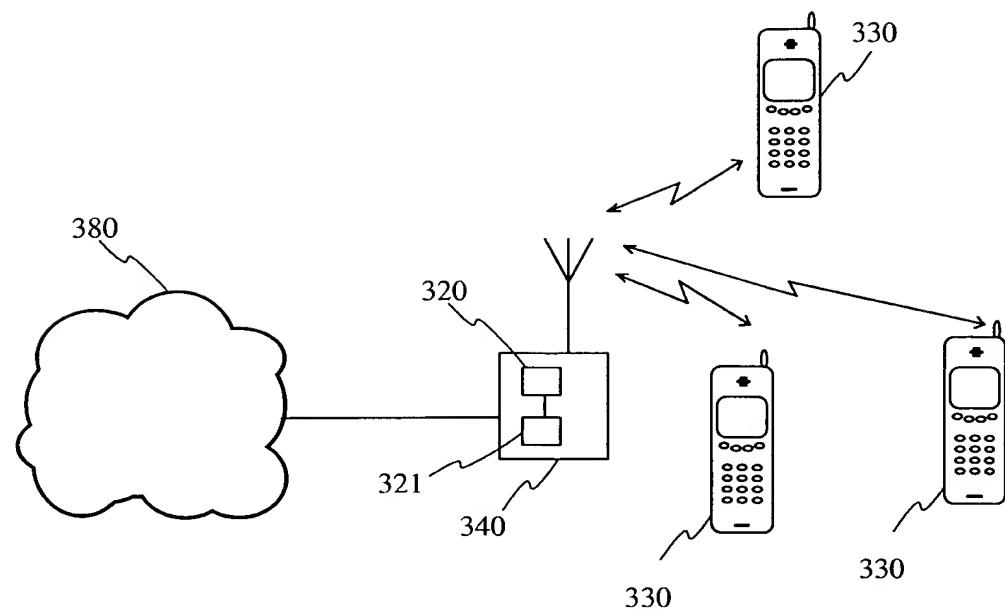


Fig. 4

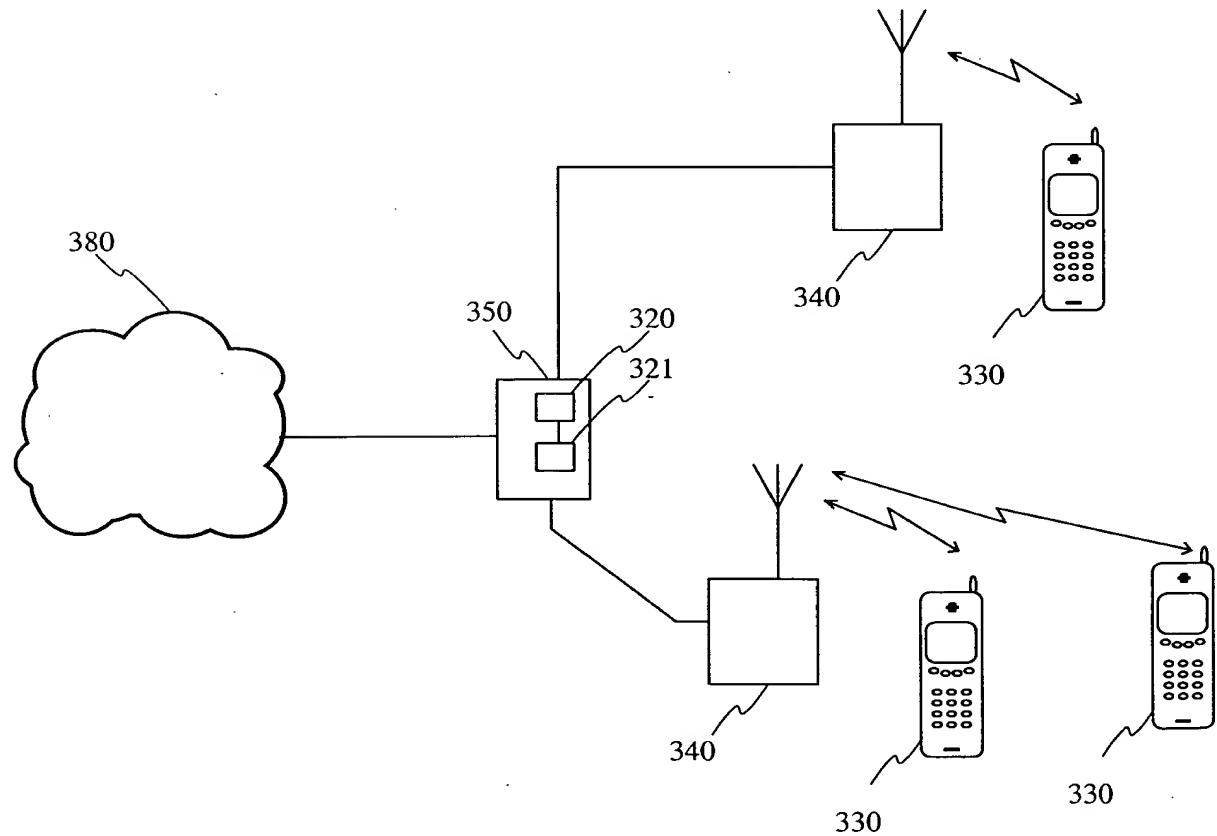


Fig. 5